

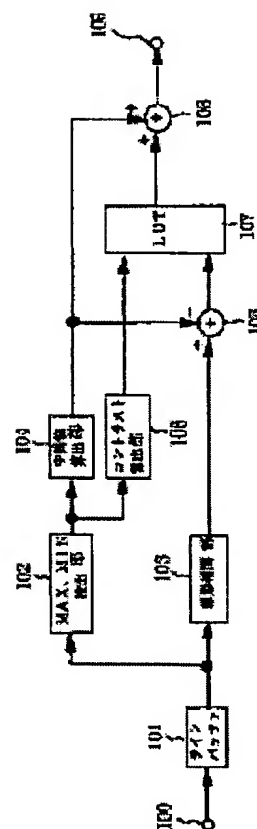
IMAGE PROCESSOR

Patent number: JP9093424
Publication date: 1997-04-04
Inventor: MIYAKE NOBUTAKA
Applicant: CANON INC
Classification:
 - international: H04N1/387; G06T3/40; G09G5/00; H04N1/405
 - european:
Application number: JP19950242821 19950921
Priority number(s):

Abstract of JP9093424

PROBLEM TO BE SOLVED: To efficiently generate high resolution information with excellent image quality by interpolating one pixel with low resolution and deciding a pixel value based on a difference between image information after the interpolation and a prescribed value.

SOLUTION: Low resolution information is fed to a line buffer 101, in which window processing in the unit of pixels is executed. A maximum value and a minimum value are detected (102) from image information in a window and a median (a) is calculated (104) by them and a contrast (c) is calculated (106). Furthermore, linear interpolation (103) is applied to the image information in the window around a noted pixel. Then a difference (b) between the interpolation information and the median (a) is calculated (105) in a noted pixel block. Then a LUT 107 provides a prescribed value based on the contrast (c) and the difference (b) and the median (a) and the prescribed value are added (108) and the result is outputted.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-93424

(43)公開日 平成9年(1997)4月4日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 N 1/387	1 0 1		H 0 4 N 1/387	1 0 1
G 0 6 T 3/40		9377-5H	G 0 9 G 5/00	5 2 0 A
G 0 9 G 5/00	5 2 0		G 0 6 F 15/66	3 5 5 A
H 0 4 N 1/405			H 0 4 N 1/40	C

審査請求 未請求 請求項の数9 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願平7-242821

(22)出願日 平成7年(1995)9月21日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 三宅 信孝

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

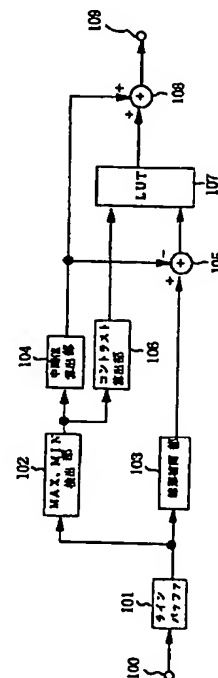
(74)代理人 弁理士 大塚 康徳 (外1名)

(54)【発明の名称】 画像処理装置

(57)【要約】

【課題】 多階調の解像度変換において補間ぼけやジャギーが発生し、良好な解像度変換ができず、また、多階調の解像度変換+擬似中間調処理では、階調性、解像性が両立するような処理が実現できない。

【解決手段】 低解像情報の1画素を補間し、低解像情報の注目画素に対応する、補間後の画素ブロック内の画像情報と一定値との差分値を算出して、この差分をもとに、補間した画素のブロック内の画素値を決定する。また、画素値決定後の多階調の画像情報をディザ法により2値化し、上記の差分値の絶対値が小さい程、上記一定値との差分が大きくなるよう画素値を決定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力した低解像の画像情報を高解像の画像情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加する処理を行なう画像処理装置において、前記低解像の画像情報の 1 画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、前記低解像の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段で補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、前記差分値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】 前記一定値は、前記低解像の画像情報の注目画素周辺の画素値をもとに算出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記一定値は、前記低解像の画像情報の注目画素周辺の画素中の最大値と最小値の中間値であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 さらに、前記最大値及び最小値よりコントラスト値を算出する手段を備え、前記決定手段は、前記コントラスト値と前記差分値との相対関係をもとに前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定することを特徴とする請求項 3 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記決定手段による画素値の決定は、ルックアップテーブル (LUT) を用いて行なわれることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 入力した低解像の画像情報を高解像の画像情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加する処理を行なう画像処理装置において、前記低解像の画像情報に LPF (ローパスフィルタ) による平滑化を施す平滑化手段と、前記平滑化後の画像情報の 1 画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、前記低解像の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段での補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、前記差分値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】 さらに、前記差分値と、あらかじめ設定した閾値とを比較する手段と、前記 $(N \times M)$ 画素の中で、前記差分値の絶対値が前記閾値よりも小さい画素とそれ以外の画素とで、異なる画素値の決定を施す手段とを備えることを特徴とする請求項 1 あるいは請求項 6 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 入力した多階調で低解像の画像情報を 2 値の高解像の情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加させる処理を行なう画像処理装置におい

て、

前記低解像の画像情報の 1 画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、

前記低解像の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段での補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、

前記差分値の値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段と、

前記決定後の多階調の画像情報をディザ法により 2 値化する手段とを備え、

前記決定手段は、前記差分値の絶対値が小さい程、前記一定値との差分が大きくなるよう前記画素値を決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】 前記補間手段は線形補間を実行することを特徴とする請求項 1 あるいは請求項 6 あるいは請求項 8 に記載の画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力した画像情報を変倍し、低解像情報から高解像情報に解像度変換する画像処理装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、入力した低解像情報を高解像情報に解像度変換する方法として、様々な方法が提案されている。これらの方法は、対象となる画像の種類 (例えば、各画素ごとに階調情報を持つ多値画像、擬似中間調により 2 値化された 2 値画像、固定閾値により 2 値化された 2 値画像、文字画像等) によって、その変換処理方法が異なっている。

【0003】従来の内挿方法としては、例えば、図 17 に示すような、内挿点に最も近い、同じ画素値を配列する最近接内挿方法、図 18 に示すような、内挿点を囲む 4 点 (4 点の画素値を A, B, C, D とする) の距離により、以下の演算によって画素値 E を決定する共 1 次内挿法等が一般的に用いられている。

【0004】
$$E = (1-i)(1-j)A + i \cdot (1-j)B + j \cdot (1-i)C + i \cdot jD$$

ただし、画素間距離を 1 とした場合、A から横方向に i 、縦方向に j の距離があるとする ($i \leq 1, j \leq 1$)。

【0005】また、低解像、多階調の画像情報を、高解像、2 値の画像情報に変換する場合、例えば、2 値出力のみ可能なプリンタ等の画像出力装置が、プリンタエンジンの解像度に相当する画像情報を出力しようとするとき、あらかじめ、ホストコンピュータからエンジン解像度の情報を入力することも考えられるが、ホストコンピュータ上での展開、処理の負担、また、送信に要する時間等を考えれば、低解像の情報を入力して高解像の 2 値情報を作成して出力する構成も考えられる。

【0006】現在、多値画像の 2 値化による擬似中間調

処理には、誤差拡散法が多く用いられている。しかし、プリンタのエンジン解像度が高解像化されてくると、処理の重い誤差拡散法よりもディザ法を用いた方が、処理時間、回路規模等の面で有利になる。また、画質、特に階調性においては、高解像化に伴い、これらの方法の差は縮まっていく。ただし、問題となるのは解像性であり、ディザ法を用いた場合、階調性と解像性が背反条件となり、中間調の文字部や、自然画像のエッジ部での劣化が視覚的に目立ってしまう。そこで、従来より、エッジ強調を施した後にディザ法にて2値化を行なう方法が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の方法には、以下に示す問題がある。

【0008】まず、図17に示す方法は、構成が簡単であるという利点はあるが、対象画像を自然画像等に用いた場合には、拡大するブロック毎に画素値が決定されるため、視覚的にブロックが目立ってしまい画質的に劣悪である。

【0009】また、この方法を文字、線画像、CG（コンピュータグラフィック）画像等に用いた場合でも、拡大するブロック毎に同一画素値が連続するため、特に、斜線等には、図19、図20に示すように、ジャギーといわれるギザギザが目立った劣悪な画像になってしまう。図19、図20は、縦横ともに2倍の解像度変換の例であるが、倍率が大きくなればなるほど、上記の劣化は大きくなる。なお、図19、図20中にある“200”、“10”等は画素値である。

【0010】図18に示す方法は、自然画像の拡大には一般的に良く用いられている方法である。この方法では、平均化され、スムージングのかかった画質になるが、エッジ部やシャープな画質が要求される部分では、ぼけた画質になってしまう。さらに、地図等をスキャンした画像や、文字部を含む自然画像のような場合、補間によるぼけのために、大切な情報が受け手に伝わらないこともある。

【0011】図21は、図18に示す方法により、図19の入力画像情報を縦横2倍ずつに補間処理をした画像情報を示している。この方法では、図21からも明らかのように、斜線周辺のみならず、斜線そのものも画素値が均一にならず、ぼけが生じてしまう。

【0012】また、解像度変換と擬似中間調処理の両方を行なう場合について考える。

【0013】図17、図18に示す解像度変換した後の画像を、フィルタリングによりエッジ強調を施して、ディザ処理を行なった場合、図17に示す例では、ジャギーをより目立たせることになってしまう。また、図18に示す例では、既にエッジが鈍ってしまっている状態、すなわち、エッジ自体が補間により距離を有してしまった状態なので、強調を施したとしても低解像度時に発生

していたような急峻なエッジは再現されない。さらに、解像度変換後の画素数が増加した後でフィルタリングするため、処理の負荷が増加する。

【0014】つまり、多階調の解像度変換においては、補間によるぼけや、ジャギーの発生しない良好な解像度変換が、また、多階調の解像度変換＋擬似中間調処理では、階調性、解像性が両立するような処理が実現できないという問題がある。

【0015】本発明は、上述の課題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、入力した低解像度情報から高解像度情報に変換する際、自然画像では特に問題となる補間によるぼけを生じることなく、画質的に良好な変換処理が実現できる画像処理装置を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明は、入力した低解像度の画像情報を高解像度の画像情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加する処理を行なう画像処理装置において、前記低解像度の画像情報の1画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、前記低解像度の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段で補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、前記差分値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段とを備える。

【0017】また、他の発明によれば、入力した低解像度の画像情報を高解像度の画像情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加する処理を行なう画像処理装置において、前記低解像度の画像情報にLPF（ローパスフィルタ）による平滑化を施す平滑化手段と、前記平滑化後の画像情報の1画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、前記低解像度の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段での補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、前記差分値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段とを備える。

【0018】さらに、他の発明によれば、入力した多階調で低解像度の画像情報を2値の高解像度の情報に変換し、該画像情報の画素数を $(N \times M)$ 倍に増加させる処理を行なう画像処理装置において、前記低解像度の画像情報の1画素分を $(N \times M)$ 画素分に補間する補間手段と、前記低解像度の画像情報の注目画素に対応する、前記補間手段での補間後の $(N \times M)$ 画素のブロック内の画像情報と所定の一定値との差分値を算出する手段と、前記差分値の値をもとに、前記 $(N \times M)$ 画素のブロック内の画素値を決定する決定手段と、前記決定後の多階調の画像情報をディザ法により2値化する手段とを備え、前記決定手段は、前記差分値の絶対値が小さい程、前記一定値との差分が大きくなるよう前記画素値を決定する。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を参照して、本発明に係る実施の形態を詳細に説明する。

＜第1の実施の形態＞図1は、本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。なお、本画像処理装置は、主としてプリンタ等の画像出力装置内部に具備されるのが効率的であるが、画像出力装置以外の画像処理装置、ホストコンピュータ内において、その機能を実現するアプリケーションソフトとして内蔵することも可能である。

【0020】そこで、図1を参照して、本実施の形態に係る画像処理装置の動作手順を説明する。なお、ここでは、入力した画像情報を、縦N倍、横M倍の画素数の情報に変換する例について述べる。

【0021】図1において、100は本装置の入力端子を示し、この端子からは低解像の画像情報が入力される。入力された低解像情報は、ラインバッファ101に

$$a = (\text{MAX} + \text{MIN}) / 2$$

105は加算器であり、注目画素に相当するN×M画素のブロック（以下、注目画素ブロックと称す）内で、線形補間情報と中間値aとの差分値bを算出する。ここで、注目画素ブロック内の線形補間情報をDATA

$$b(i, j) = \text{DATA}(i, j) - a \quad \dots (2)$$

また、106はコントラスト算出部を示し、検出されたMAX, MIN情報から、以下の式(3)により、X×

$$c = \text{MAX} - \text{MIN}$$

このようにして算出したコントラスト値c、及び差分値b(i, j)は、LUT（ルックアップテーブル）107に送信され、上記ウィンドウ内のエッジのコントラスト、及び差分値の相対関係をもとに所定の値を出力する。このLUTに用いるメモリの容量、及びその価格との関係により、LUTへの入力段階で、コントラスト値c、及び差分値b(i, j)の情報を量子化して、ビット数を落とすことも実用的である。そして、LUTから出力された値は、加算器108にて中間値aと加算され、出力端子109に送信されて、不図示のプリンタエンジン等に出力される。

【0027】次に、図2～図4を参照して、本実施の形態に係る高解像のエッジ作成について説明する。

【0028】図2において、●印はウィンドウ内の画素値を示している。ここでは、説明を簡単にするために1次元方向で示し、注目画素(Ix, y)の隣接画素(Ix-1, y)、及び(Ix+1, y)が、それぞれ、MAX値、MIN値であるものと仮定する。また、MAX値からMIN値に向けて引かれている実線は、線形補間情報を示している。そして、注目画素(Ix, y)を中心に矢印で示される領域は、今回、高解像度情報を作成する注目画素ブロックの領域を示している。

【0029】図3は、検出したMAX, MINから算出した中間値aの値((MAX+MIN)/2)を破線にて示している。また、線形補間情報と中間値aとの差分

より、その数ライン分が格納、保持される。この数ライン分の画像情報により、注目画素を中心としたX×Y画素単位のウィンドウ処理が施される。また、102は、上記ウィンドウ内の画像情報から、最大値、最小値を検出するMAX, MIN検出部である。

【0022】103は線形補間部であり、注目画素を中心として、共1次補間処理（以下、線形補間処理という）により、元のサンプリング間の画素が埋められ、縦N倍、横M倍の補間情報を作成する。なお、この線形補間処理については、図12に示した例にて説明したため、ここではその説明を省略する。

【0023】104は中間値算出部を示し、検出されたMAX, MINから中間値aを、以下の式(1)により算出する。

$$\dots (1)$$

(i, j)とすると、以下の式(2)にて、各画素の差分値b(i, j)が算出できる。

$$\dots (2)$$

$$\dots (3)$$

Y画素内のコントラスト値cを算出する。

$$\dots (3)$$

値をb、MAX, MINのコントラストをcにて示している。

【0030】本実施の形態では、これらb, cの値の相対関係により、高解像の注目画素ブロック内の情報を作成するが、それは、以下に述べる論理に基づいている。

【0031】まず、破線aは、上述のようにMAX, MINの中間値であることから、ウィンドウ内のエッジの中心部であるとみなすことができる。そして、補間が線形的なものであるために、濃度方向において、補間情報の画素値がaに近づく程、すなわち、差分値bが0に近づく程、空間的な距離としてもエッジの中心部に近づくということになる。言い換えると、濃度方向での距離を空間的な距離に置き換えているわけである。

【0032】いま、自然画像等の急峻なエッジ部が、線形補間により補間ぼけを生じているのであれば、高解像の情報でも急峻なエッジを作成しなくてはならない。上述したように、濃度方向である差分値bの値の変化が、空間的なエッジ中心との距離に置き換わるのであれば、差分値bが0に近づく程（すなわち、エッジの中心に近づく程）、急峻なエッジ角度を有するようにLUTを作成すれば良いことになる。

【0033】また、MAX, MINのコントラスト情報をLUTに入力するため、差分値bとの相対値のみならず、cの絶対的な値により、低解像の原情報がコントラストの大きいエッジ部であるのか、あるいは平坦部であ

るのが容易に判別できる。仮に平坦部であれば、エッジの作成は必要ないし、原情報のエッジの大きさに依存して、高解像のエッジの急峻さが制御できる。なお、LUTの値は、出力エンジンに最適化して、実験的に算出しても良い。

【0034】ここでは、LUTの構成を採用しているため、濃度方向に非線形なエッジ形状が自由に作成できる。また、LUTからの出力は、画素値という絶対的な値を有していないため、絶対的な値 a との加算により、高解像画素値を作成できる。

【0035】図4は、実際のLUTからの出力をもとに、高解像のエッジを作成した場合の処理結果を示す図である。同図において、太線部が、注目画素ブロック内に新たに作成した急峻なエッジ情報である。

【0036】以上説明したように、本実施の形態によれば、低解像情報の1画素を補間し、低解像情報の注目画素に対応する、補間後の画素ブロック内の画像情報と一定値との差分値を算出して、この差分をもとに、補間した画素のブロック内の画素値を決定することで、効率的、かつ良好な画質の高解像情報の作成が可能となる。

【0037】また、一定値である中間値 a をMAX値、MIN値から動的に求めることができ、容易にエッジ中心を特定できる。

【0038】なお、上記の実施の形態では、LUTを用いて高解像情報を作成しているが、これに限定されず、単純な演算にてエッジ作成が実現できるのであれば、例えば、差分値 b を評価関数にして演算しても構わない。また、ウィンドウは、エッジの最大値、最小値の頂点が必ず入るようにて、そのサイズを可変にしても良い。さらに、LUTの容量によっては、MAX、MIN、差分値 b の3種の値を入力して、注目画素ブロック内の画素値を決定するようにしても良い。

<第2の実施の形態>以下、本発明に係る第2の実施の形態について説明する。

【0039】本実施の形態では、特にホストコンピュータ上で展開された文字、線画像等の高解像化の処理に有効な方法を示す。また、本実施の形態は、特にウィンドウ内の階調数が2レベルのときに有効となる。

$$b(i, j) = \text{FILT}(i, j) - a \quad \dots (4)$$

そして、検出されたMAX、MIN、及び差分値 $b(i, j)$ は、画素値決定部201に送信され、決定された画素値は出力端子109に送信されて、不図示のプリンタエンジン等に出力される。

【0048】図7は、本実施の形態に係る画素値決定部201の動作手順を示すフローチャートである。同図において、ステップS1では、差分値 $b(i, j)$ が0以上か否かを判断し、差分値が0以上の場合には、ステップS2にて、あらかじめ設定している正の値 α との比較をする。また、差分値が負の場合には、ステップS3にて、値 $-\alpha$ との比較をする。

【0040】前述したように、低解像度で展開、作成された文字、線画像は、従来の補間方法ではジャギーを生じてしまう。そこで、文字、線画像等の入力画像において、平滑化フィルタにより低解像のエッジ情報を崩し、解像度フリーの状態にしてから、所望の画素数に線形補間した後に、解像度に相当したエッジを新たに作成する方法も提案されている。

【0041】そこで、本実施の形態では、上述した濃度方向の距離と、空間的な距離の置き換えを用いて、エッジ強調をする。

【0042】図5は、本実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。図中、図1に示す画像処理装置と同一構成要素には同一番号を付し、相互に異なった部分について説明する。

【0043】図5において、入力端子100により入力した低解像情報は、101のラインバッファに蓄積、格納され、その数ライン分の情報をもとに、注目画素を取り囲んでウィンドウを作成する。そして、MAX、MIN検出部102にて、このウィンドウ内の最大値、最小値を検出し、上記の式(1)と同様に、中間値算出部104にて中間値 a を算出する。

【0044】一方、200は平滑化部であり、ウィンドウ内の情報をもとに、図6に示すようなLPF(ローパスフィルタ)により平滑化を実現する。言うまでもなく、ここでのフィルタは、図6に示すものに限定されない。

【0045】平滑化後の低解像情報は、今まで発生していたエッジが崩された状態になり、崩された状態のまま、線形補間部103により、注目画素1画素分が $N \times M$ 画素に補間される。

【0046】また、105は加算器であり、注目画素に相当する $N \times M$ 画素のブロック(以下、注目画素ブロックと称す)内で、平滑化後の線形補間情報と中間値 a との差分値 b を算出する。上記第1の実施の形態と同様、この注目画素ブロック内の平滑化後の線形補間情報を $\text{FILT}(i, j)$ とすると、各画素の差分値 $b(i, j)$ は、以下の式(4)にて算出できる。

$$b(i, j) = \text{FILT}(i, j) - a \quad \dots (4)$$

【0049】言い換えると、ステップS2、S3では、差分値 $b(i, j)$ が、0から $\pm \alpha$ 離れているか否かを判断している。

【0050】ステップS2にて、差分値が α 以上と判断された場合には、画素値決定部201は、ステップS4で、出力値 $\text{OUT}(i, j)$ としてMAX値を出力する。また、差分値が0以上、かつ α 未満の場合には、画素値決定部201は、ステップS5で、あらかじめ設定した正の値 β をMAX値に付加して、出力する。他方、ステップS3にて、差分値が $-\alpha$ 以上、0未満と判断された場合には、MIN値から β を減じた値が出力され

(ステップS6)、差分値が $-\alpha$ 未満の場合には、MIN値が出力される(ステップS7)。

【0051】次に、図8～図10を参照して、本実施の形態における高解像のエッジ作成について説明する。

【0052】図8において、●印は、平滑化後のウインドウ内の画素値を示しており、図2と同様、説明を簡単にするために1次元方向で示し、注目画素(I_x, y)の隣接画素(I_{x-1}, y)、及び(I_{x+1}, y)の平滑化以前の画素値は、それぞれMAX値、MIN値であるものと仮定する。また、各画素間に引かれている実線は、平滑化後の線形補間情報を示している。さらに、注目画素 I_x, y を中心に矢印で引かれている領域は、今回、高解像情報を作成する注目画素ブロックの領域である。

【0053】図9は、検出したMAX, MINから算出した a の値($(MAX+MIN)/2$)を破線にて示しており、線形補間情報と a との差分値を b にて示している。また、図10は、図7に示した処理結果を示している。

【0054】すなわち、図10において、太線部が画素値決定部201からの出力に相当し、差分値 b が0近辺の部分の出力画素値は強調され、その他の画素値はMAX値とMIN値に置き換えられている。これは、上記第1の実施の形態にて示した理論と同様、差分値 b の値をもとにエッジ部からの空間的な距離を判定して、新たな高解像情報のエッジ強調をかけているのである。

【0055】平滑化後の情報に対してエッジ強調を実行するのは、低解像のエッジを削除するためであって、作成した情報は、ジャギーの存在しない、エッジの強調された良好な画像になる。仮に、HPF(ハイパスフィルタ)により、作成した高解像情報のエッジ強調を実現しようとするれば、 $N \times M$ 倍に増加した画素分に対してフィルタリングをしなくてはならない。

【0056】図11、図12は、本実施の形態に係るエッジ作成方法をエッジ抽出に用いた例を示す図である。特に、図12に示すように、差分値の値が0近辺($\pm\alpha$ の範囲)の部分だけを抜き出して、他の部分とは突出した値を設定することにより、エッジの抽出画像も容易に実現できる。

【0057】このように、本実施の形態によれば、相対的にエッジ中心との濃度方向の距離を空間的な距離に置

$$b(i, j) \geq 0 \text{ のとき}$$

$$OUT(i, j) = MAX - b(i, j)$$

$$b(i, j) < 0 \text{ のとき}$$

$$OUT(i, j) = MIN - b(i, j)$$

... (5)

以下、本実施の形態におけるエッジ処理について説明する。

【0064】図15、図16は、本実施の形態におけるエッジ処理を説明するための図であり、図15において、●印は、ウインドウ内の画素値を示している。こ

き換え、平滑化後の情報に対してエッジ強調をかけることで、文字、線画像等の解像度変換で問題となるジャギーの発生を抑え、良好かつエッジの明確な画質の解像度変換が実現できる。

【0058】なお、本実施の形態においても、上記第1の実施の形態と同様にLUTを用いてもよいし、MAX, MINからコントラストを算出し、コントラストに応じた処理を行なっても良い。また、 α, β の値は実験的に求めてもよいし、 β は特にMAX, MINのコントラストに応じて変化させても良い。

<第3の実施の形態>以下、本発明に係る第3の実施の形態について説明する。

【0059】図13は、第3の実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。図中、図1に示す画像処理装置と同一構成要素には同一番号を付し、ここでは、相互に異なった部分について説明する。

【0060】図13において、入力端子100により入力した低解像情報は、ラインバッファ101に蓄積、格納され、その数ライン分の情報をもとに注目画素を取り囲んでウインドウを作成する。そして、ウインドウ内の最大値、最小値をMAX, MIN検出部102にて検出し、上記の式(1)と同様に、中間値算出部104にて中間値 a を算出する。

【0061】一方、ウインドウ内の画像情報は、線形補間部103により、注目画素1画素分が $N \times M$ 画素に補間される。また、加算器105は、注目画素に相当する $N \times M$ 画素のブロック(以下、注目画素ブロックと称す)内で、線形補間情報と中間値 a との差分値 b を、上記の式(2)にて算出する。

【0062】検出したMAX, MIN、及び差分値 $b(i, j)$ は、画素値決定部300に送信され、ここで決定された画素値は、比較器301に送信されて、図14に示すようなディザマトリクスをもとにして作成した2値化閾値出力と比較される。すなわち、ここでは、ディザ信号の閾値による2値化を行ない、比較結果が、出力端子109に送信され、不図示のプリンタエンジン等に出力される。

【0063】上記の画素値決定部300では、MAX, MIN、及び差分値 $b(i, j)$ を入力して、以下の演算を行なう。すなわち、

でも、説明を簡単にするために1次元方向で示し、注目画素(I_x, y)の隣接画素(I_{x-1}, y)、及び(I_{x+1}, y)が、それぞれMAX値、MIN値であるものと仮定する。そして、図15において、MAX値からMIN値に向けて引かれている実線は、線形補間情

報を示している。また、注目画素 $I_{x, y}$ を中心に矢印で引かれている領域は、今回、高解像情報を作成する注目画素ブロックの領域を示している。

【0065】図16は、検出したMAX, MINから算出したaの値 $((MAX+MIN)/2)$ を破線で示している。また、太線部は、上述の画素値決定部300からの出力を示している（実際は、 $b(i, j) = 0$ で不連続になるが、説明を容易にするために連続的に実線を引いている）。

【0066】図16より明らかなように、bが正の部分、負の部分それぞれにおいて、線形補間情報と太線とが鏡像関係になり、太線の軌跡は、線形補間情報の軌跡とは大幅に異なっている。そして、エッジからの距離が近づくに従って、出力値のコントラストが増加している。

【0067】上述のようなエッジ部の作成は、以下の理論による。

【0068】先ず、本実施の形態では、画素値決定部300からの出力値が、最終出力値ではないため、その後段で適用されるディザ法にとって有利なエッジ部を作成すべきである。仮に、図16に示す太線部が最終出力であれば、作成した注目画素ブロックの情報は、同じく作成する隣接画素ブロックの情報との連続性が失われ、大きな画質劣化が予想される。

【0069】しかし、ディザ法、特に拡大倍率($N \times M$)倍以上のディザマトリックスを使用した場合には、低解像時の注目画素の濃度をできるだけ維持し、かつ、高解像時のエッジ部にドットが集中するようなエッジ形状が好ましい。すなわち、エッジからの距離に応じてコントラストが大きくなるため、エッジ近傍では、ディザ法による劣化を受けづらく、エッジから離れるほどディザ法の影響を受ける。

【0070】言い換えれば、作成する注目画素ブロック内で、解像度優先にする部分と、階調性優先にする部分とを両立させていることになる。

【0071】このように、本実施の形態では、画素値を決定した後、ディザ法にて階調処理を行なうことで、高解像度のエッジ作成後のフィルタリングによるエッジ強調に比べ、原情報の濃度変化が少なく、解像性、階調性の両立が可能で、かつ、良好な2値画像を容易に実現できる。

【0072】本発明は、複数の機器から構成されるシステムに適用しても、1つの機器からなる装置に適用しても良い。また、本発明は、システムあるいは装置にプログラムを供給することによって実施される場合にも適用できることは言うまでもない。この場合、本発明に係るプログラムを格納した記憶媒体が本発明を構成することになる。そして、その記憶媒体からそのプログラムをシステムあるいは装置に読み出すことによって、そのシステムあるいは装置が、あらかじめ定められた仕方で作動

する。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、低解像情報の注目画素に対応する、低解像情報の1画素を補間し、補間後の画素ブロック内の画像情報と一定値との差分値をもとに、補間した画素のブロック内の画素値を決定することで、効率的で良好な画質の高解像情報の作成が可能となる。

【0074】また、他の発明によれば、相対的にエッジ中心の濃度方向での距離を空間的な距離に置き換えることで、ジャギーの発生を抑え、良好かつエッジのはっきりした画質の解像度変換が実現できる。

【0075】さらに、他の発明によれば、画素値を決定した後、ディザ法にて階調処理を行なうことで、解像度変換と擬似中間調処理を同時に進めた場合にも、解像度変換で作成したエッジ情報がディザ法によって劣化されず、解像性と階調性の両立が可能となる。

【0076】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。

【図2】第1の実施の形態に係る高解像のエッジ作成を説明するための図である。

【図3】第1の実施の形態に係る高解像のエッジ作成を説明するための図である。

【図4】第1の実施の形態において高解像のエッジを作成した場合の処理結果を示す図である。

【図5】第2の実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。

【図6】平滑化のためのLPF（ローパスフィルタ）の例を示す図である。

【図7】第2の実施の形態に係る画素値決定部の動作手順を示すフローチャートである。

【図8】第2の実施の形態に係る高解像のエッジ作成を説明するための図である。

【図9】第2の実施の形態に係る高解像のエッジ作成を説明するための図である。

【図10】第2の実施の形態において高解像のエッジを作成した場合の処理結果を示す図である。

【図11】第2の実施の形態に係るエッジ作成方法をエッジ抽出に用いた例を示す図である。

【図12】第2の実施の形態に係るエッジ作成方法をエッジ抽出に用いた例を示す図である。

【図13】第3の実施の形態に係る画像処理装置の要部を示すブロック図である。

【図14】ディザマトリックスの例を示す図である。

【図15】第3の実施の形態におけるエッジ処理を説明するための図である。

【図16】第3の実施の形態におけるエッジ処理を説明するための図である。

【図 17】従来の最近接内挿方法を説明するための図である。

【図 18】従来の共 1 次内挿方法を説明するための図である。

【図 19】入力情報を示す図である。

【図 20】従来の最近接内挿法での処理結果を示す図である。

【図 21】従来の共 1 次内挿法での処理結果を示す図である。

【符号の説明】

100 入力端子

101 ラインバッファ

102 MAX, MIN 検出部

103 線形補間部

104 中間値算出部

105 加算器

106 コントラスト算出部

107 LUT (ルックアップテーブル)

108 加算器

109 出力端子

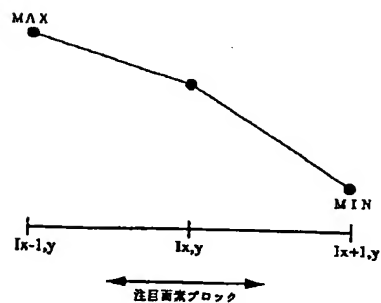
200 平滑化部

201, 300 画素値決定部

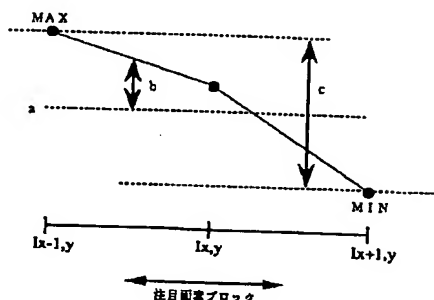
301 比較器

302 ディザマトリクス

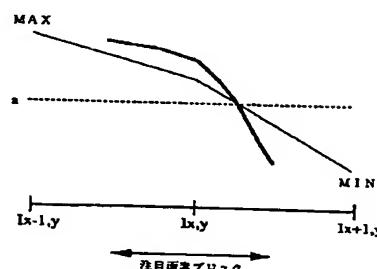
【図 2】



【図 3】

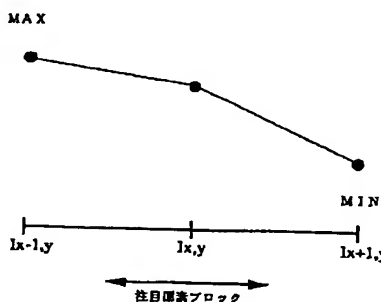


【図 4】

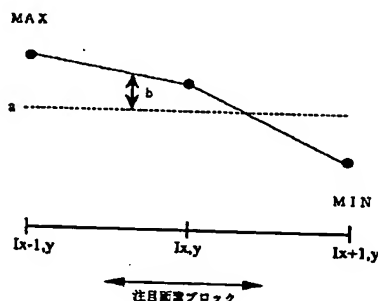


【図 6】

1	1	1
1	1	1
1	1	1



【図 8】

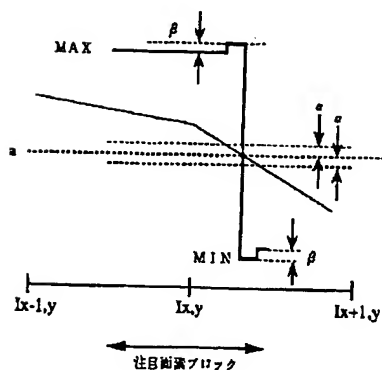


【図 9】

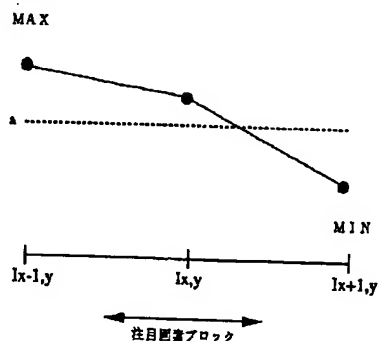
7	8	9	10
6	1	2	11
5	4	3	12
15	13	14	13

【図 14】

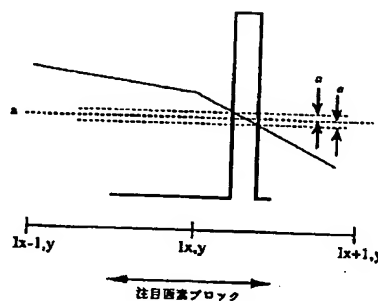
【図 10】



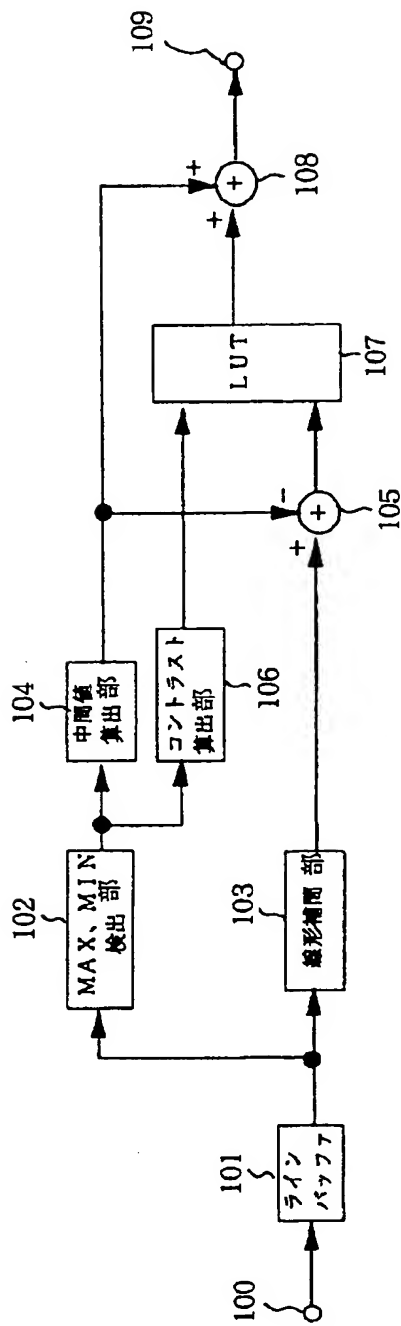
【図 11】



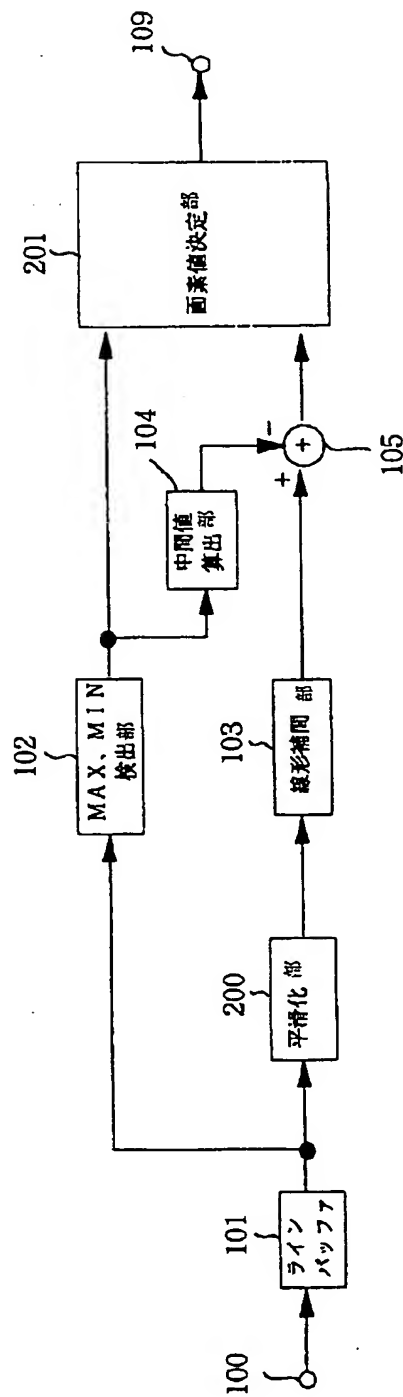
【図 12】



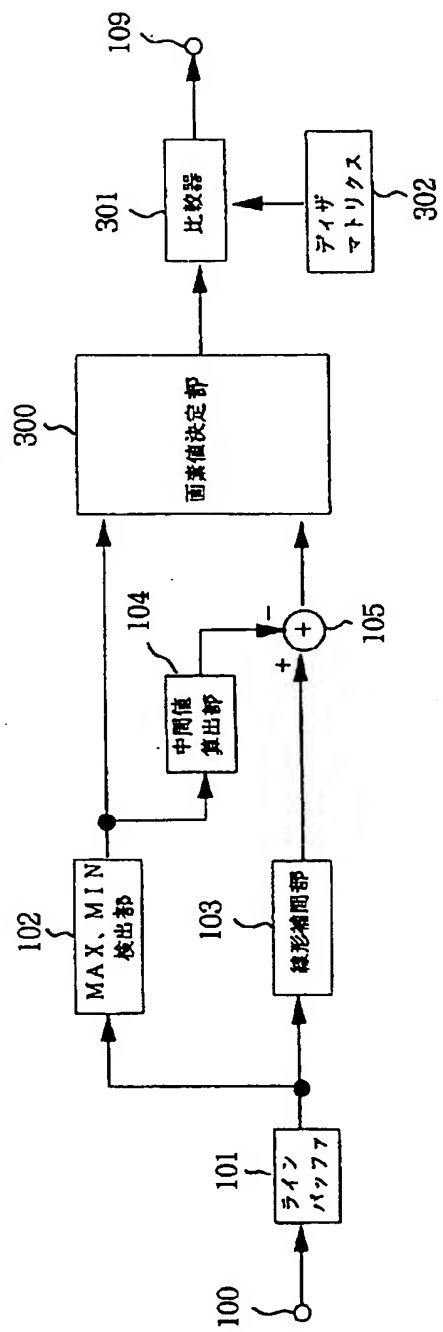
【図 1】



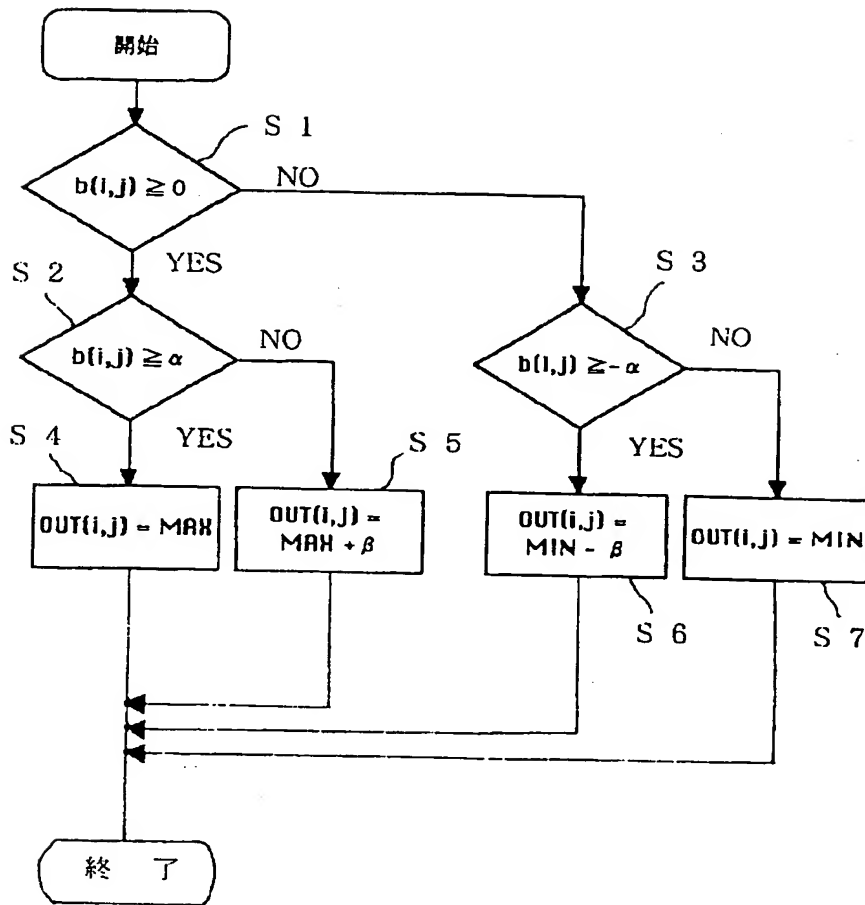
【図 5】



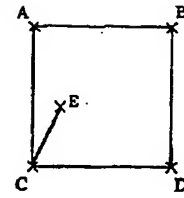
【図 13】



【図7】



【図17】



【図19】

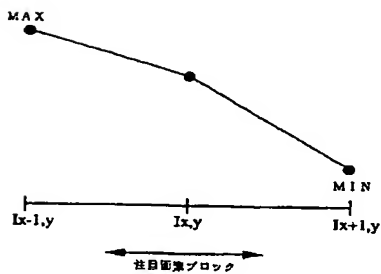
...

200	10	10	10
10	200	10	10
10	10	200	10
10	10	10	200

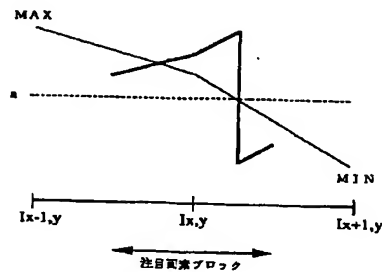
...

入力情報

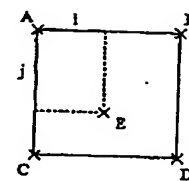
【図15】



【図16】



【図18】



$$\text{内挿点 } E = (1-i)(1-j)A + i(1-j)B + j(1-i)C + ijdD$$

【図 20】

200	200	10	10	10	10	10	10
200	200	10	10	10	10	10	10
10	10	200	200	10	10	10	10
10	10	200	200	10	10	10	10
10	10	10	10	200	200	10	10
10	10	10	10	200	200	10	10
10	10	10	10	10	10	200	200
10	10	10	10	10	10	200	200

最近接内挿法による
解像度変換後の情報
<2倍×2倍>

【図 21】

200	105	10	10	10	10	10	10
105	105	105	58	10	10	10	10
10	105	200	105	10	10	10	10
10	58	105	105	105	58	10	10
10	10	10	105	200	105	10	10
10	10	10	58	105	105	105	58
10	10	10	10	10	105	200	105
10	10	10	10	10	58	105	105

共一次内挿法による
解像度変換後の情報
<2倍×2倍>

THIS PAGE BLANK (USPTO)